

Отчет о проведении тестирования.

Время проведения: 29.04.2021

1. Цель теста

Бизнес-цель теста – *получение навыков работы с индексами и нагрузочного тестирования.*

Техническая цель теста – оценка производительности с использованием *wrk* с использованием СУБД MySQL 8.0.23.

В испытании участвовало 6 операций.

Таблица 1. Модель нагрузки.

<i>1</i>	<i>Нагрузка настройка MySQL по умолчанию. Без использования индексов.</i>
<i>2</i>	<i>Нагрузка настройка MySQL по умолчанию. С использованием индексов.</i>
<i>3</i>	<i>Нагрузка с размером innodb buffer pool size = 128 Mb. Без использования индексов.</i>
<i>4</i>	<i>Нагрузка с размером innodb buffer pool size = 128 Mb. С использованием индексов.</i>
<i>5</i>	<i>Нагрузка с размером innodb buffer pool size = 348 Mb. Без использования индексов.</i>
<i>6</i>	<i>Нагрузка с размером innodb buffer pool size = 348 Mb. С использованием индексов.</i>

Было произведено 4 эксперимента с разным количеством запросов в секунду.

Таблица 2. Эксперименты.

<i>1</i>	<i>1 поток 1 соединение</i>
<i>2</i>	<i>2 потока 10 соединений</i>
<i>3</i>	<i>4 потока 100 соединений</i>
<i>4</i>	<i>8 потоков 1000 соединений</i>

2. Выводы

1. Максимальная производительность системы – **398** запросов в секунду при **4-х** потоковом тесте и **100** соединениях.
2. Время *отклика / выполнения* на уровне максимальной производительности по операциям составляло от **594** миллисекунд до **1,56** секунды. Так же были просадки после **90 перцентиля** в диапазоне **1-5** секунд.
3. До применения индекса нагрузка в **1000** запросов в секунду практически не работала. Количество ответов на запросы с ошибками или таймаутами доходило до 100%.

Настройки, запрос, создание индекса

4. При тестировании использовался docker image: mysql:8.0.23

5. Первые две операции проводились с настройками MySQL:

```
max_connections = 1088
innodb_flush_method = O_DIRECT
```

6. Последующие операции с настройками:

```
innodb buffer pool size 128M
max_connections = 1088
innodb_flush_method = O_DIRECT
innodb_buffer_pool_size = 134217728
sort_buffer_size = 2097152
read_buffer_size = 2097152
join_buffer_size = 2097152
```

7. innodb buffer pool size 348M

```
max_connections = 1088
innodb_flush_method = O_DIRECT
innodb_buffer_pool_size = 364904448
sort_buffer_size = 8388608
read_buffer_size = 8388608
join_buffer_size = 8388608
```

8. Создание индекса проводилось следующим запросом:

```
ALTER TABLE user ADD INDEX idx_user_surname_name_1342
USING BTREE (surname, name) COMMENT 'with index selectivity';
```

Селективность индекса выбиралась из кардинальности по полям surname и name:

```
SELECT COUNT(*) c
FROM (SELECT surname, COUNT(*) FROM user GROUP BY surname) t;
c: 470

SELECT COUNT(*) c
FROM (SELECT name, COUNT(*) FROM user GROUP BY name) t;
c: 3006
```

9. Запрос и его план выполнения после создания индекса:

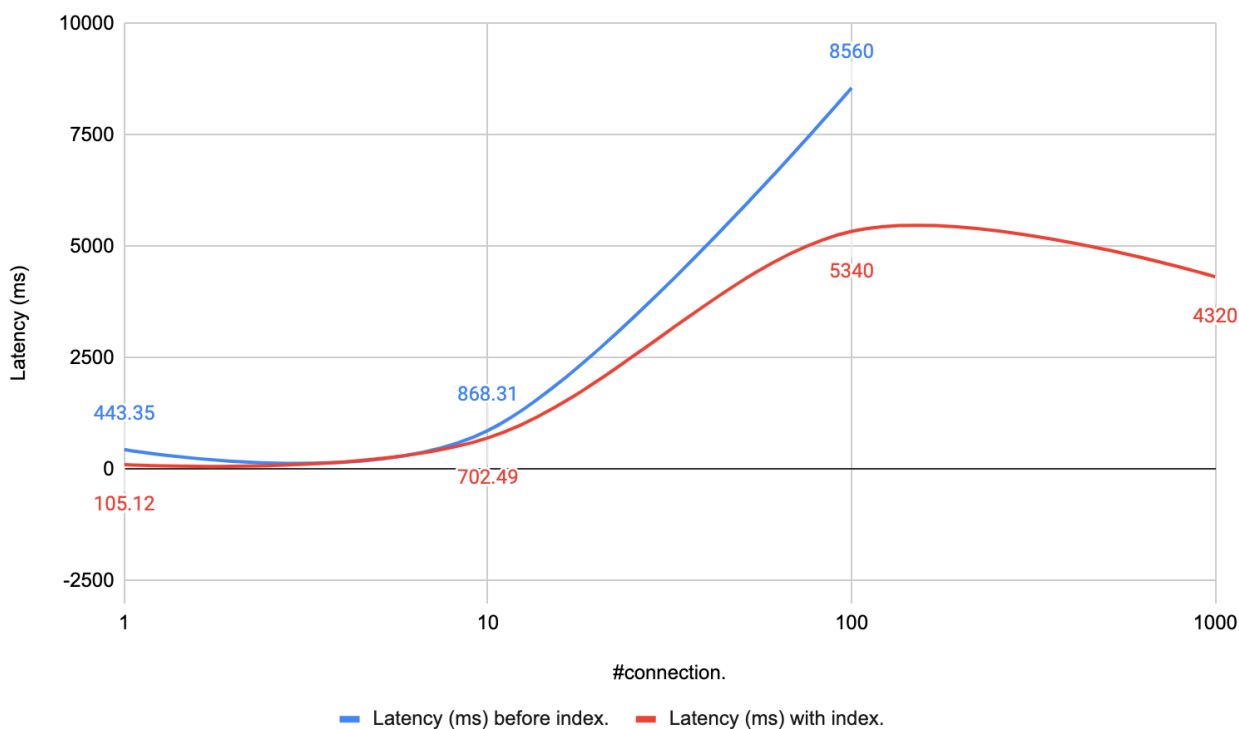
```
EXPLAIN FORMAT=TREE
SELECT u.id, username, name, surname, age, sex, city,
       JSON_ARRAYAGG(interests), NOT isnull(uhf.id) AS is_friend
FROM user u
LEFT JOIN user_has_interests uhi ON uhi.user_id = u.id
LEFT JOIN interest i ON i.id = uhi.interest_id
LEFT JOIN user_has_friends uhf ON uhf.friend_id = u.id
AND uhf.user_id = 0x...
WHERE name LIKE 'a%%' AND surname LIKE 'b%%'
GROUP BY u.id, username, name, surname, age, sex, city, uhf.id;
```

```
| -> Group aggregate: json_arrayagg(interest.interests)
-> Sort: u.id, u.username, u.`name`, u.surname, u.age, u.sex, u.city, uhf.id
-> Stream results (cost=142760.58 rows=347056)
  -> Nested loop left join (cost=142760.58 rows=347056)
    -> Nested loop left join (cost=69497.05 rows=347056)
      -> Left hash join (uhi.user_id = u.id) (cost=34789.45 rows=347056)
        -> Index range scan on u using idx_user_surname_name_1342, with index condition: ((u.`name` like 'a%%') and (u.surname like 'b%%')) (cost=87686.47 rows=173528)
      -> Hash
        -> Table scan on uhi (cost=0.00 rows=2)
          -> Single-row index lookup on i using PRIMARY (id=uhi.interest_id) (cost=0.00 rows=1)
            -> Filter: ((uhf.user_id = 0x...) and (uhf.friend_id = u.id)) (cost=1.00 rows=1)
              -> Index lookup on uhf using fk_user_has_friends_0242 (user_id=...) (cost=1.00 rows=1)
```

10. Графики

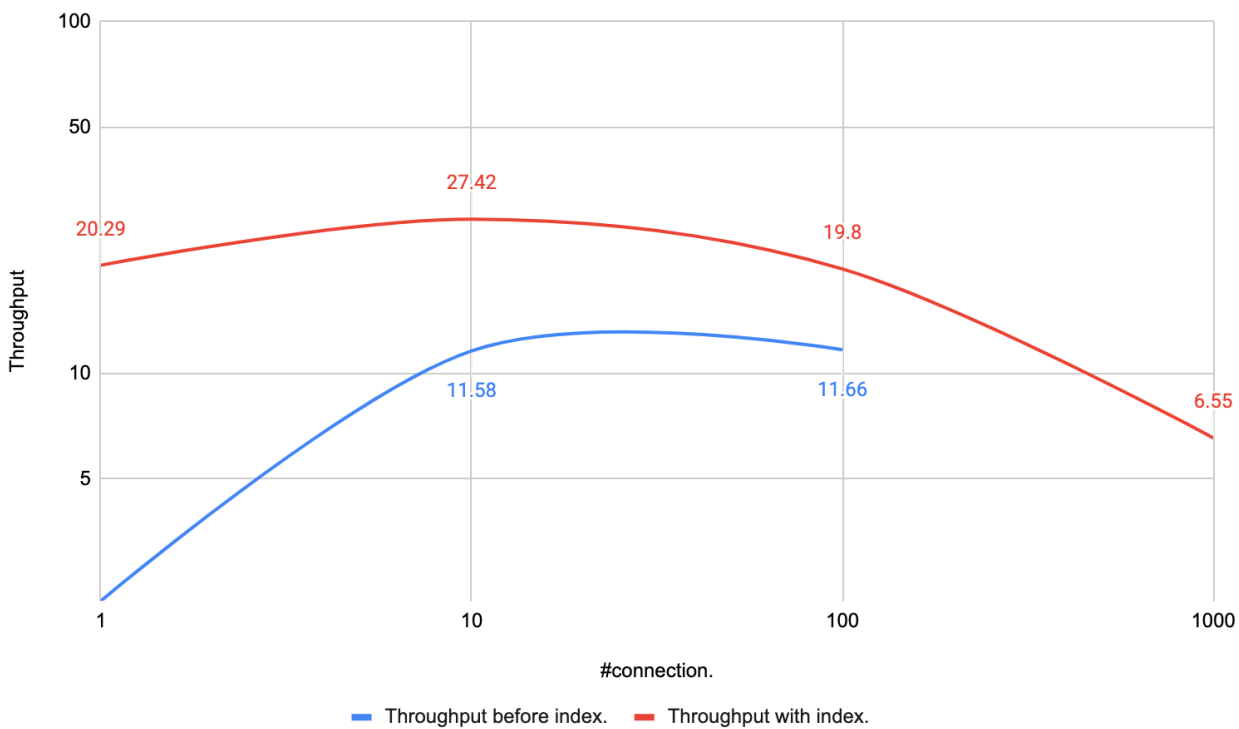
Настройки по умолчанию. По оси x- кол-во соединений, по оси y latency.

График 1. Время отклика по количеству соединений.



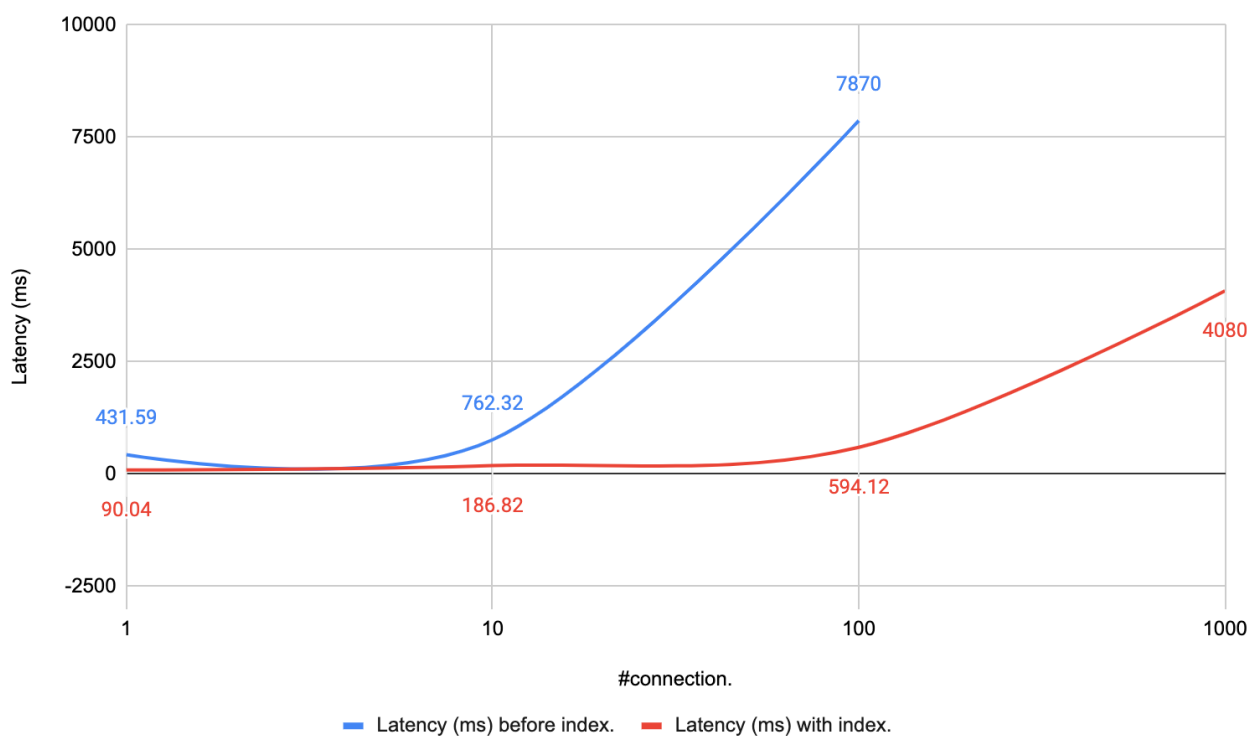
Настройки по умолчанию. По оси x- кол-во соединений, по оси y throughput.

График 2. Пропускная способность по количеству соединений.



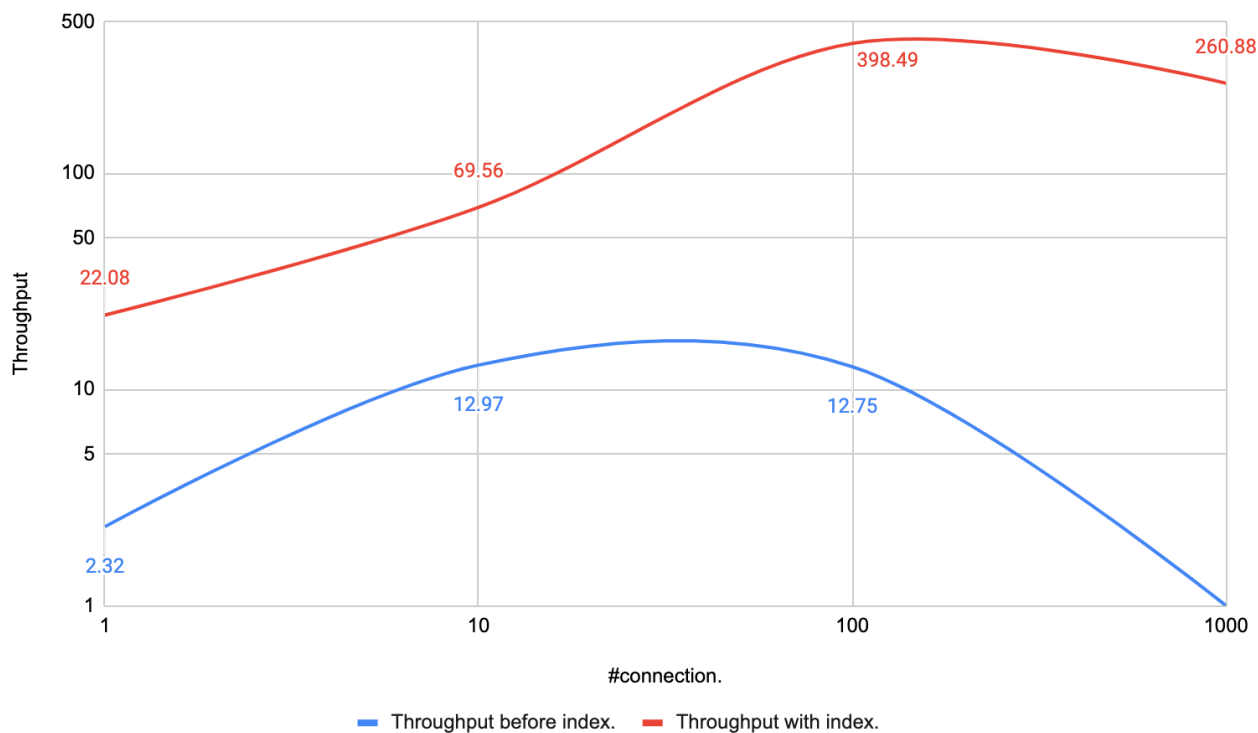
По оси x- кол-во соединений, по оси y latency (innodb buffer pool size 128 Mb).

График 1. Время отклика по количеству соединений.



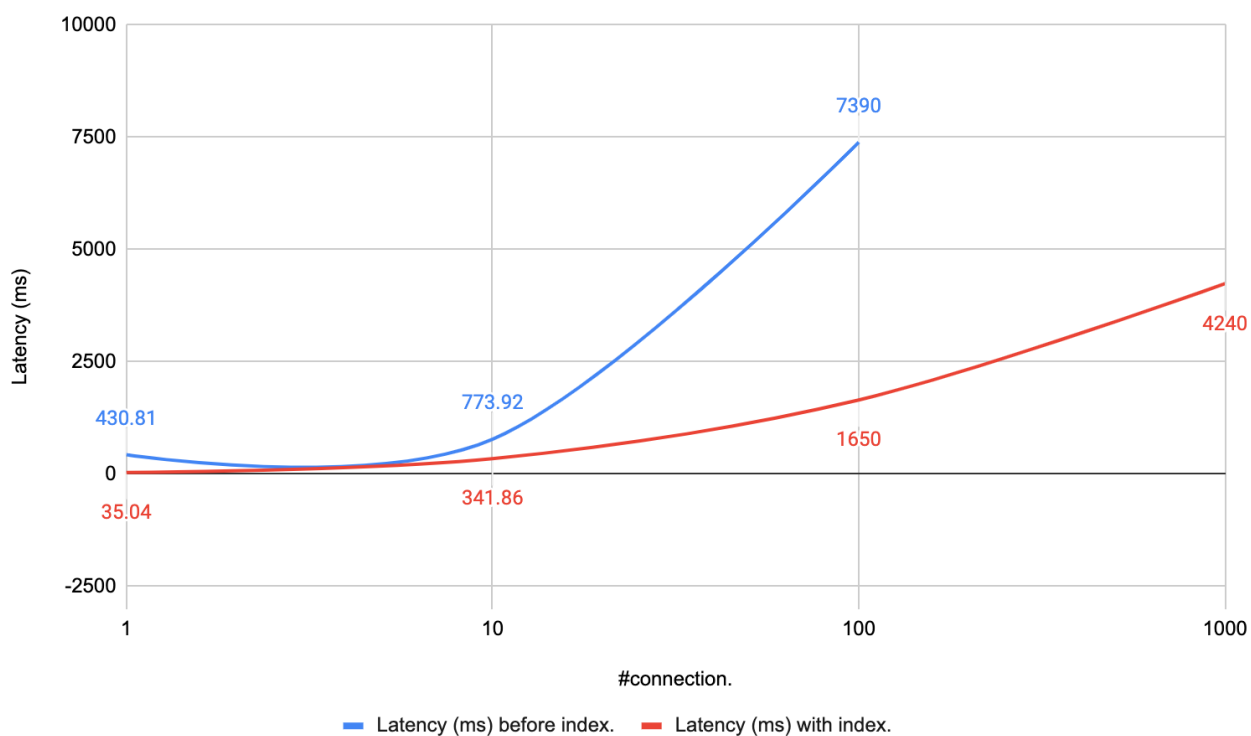
По оси x- кол-во соединений, по оси y throughput (innodb buffer pool size 128 Mb).

График 2. Пропускная способность по количеству соединений.



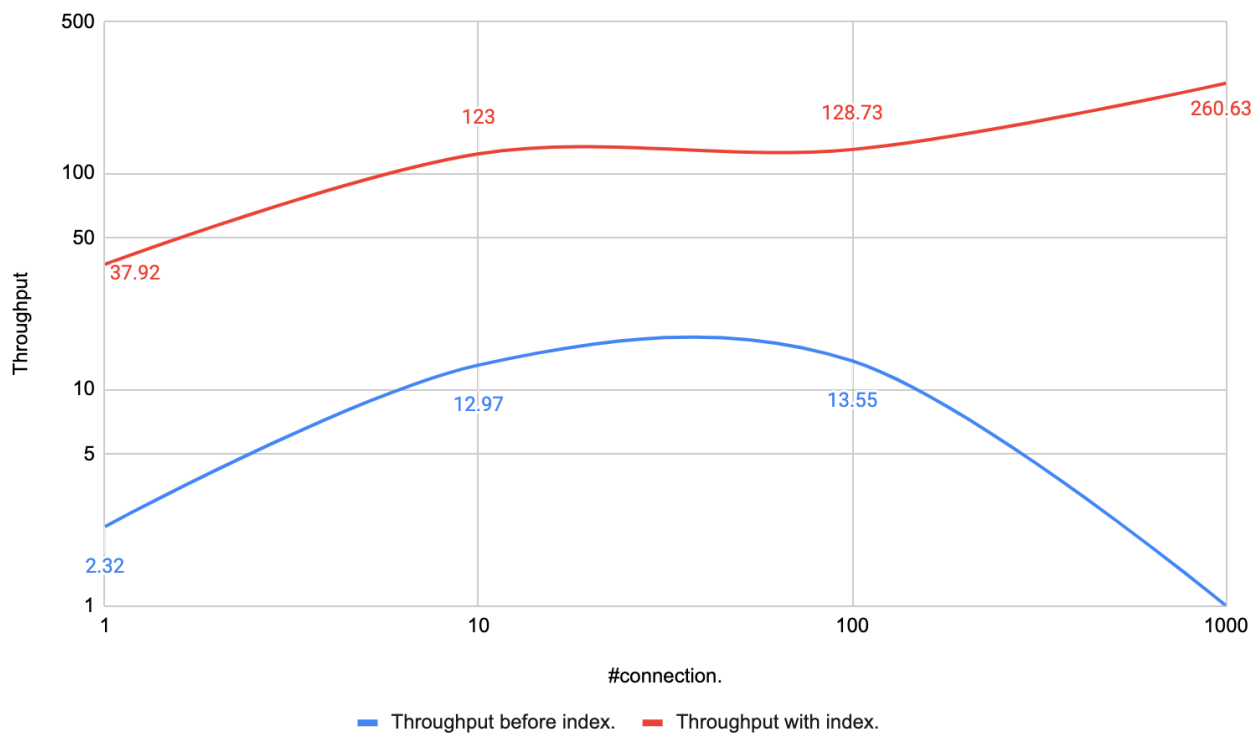
По оси x- кол-во соединений, по оси y latency (innodb buffer pool size 348 Mb).

График 1. Время отклика по количеству соединений.



По оси x- кол-во соединений, по оси y throughput (innodb buffer pool size 348 Mb).

График 2. Пропускная способность по количеству соединений.



11. Запрос и его план выполнения после создания индекса (формат JSON):

```
EXPLAIN FORMAT=JSON
```

```
SELECT u.id, username, name, surname, age, sex, city,
       JSON_ARRAYAGG(interests), NOT isnull(uhf.id) AS is_friend
FROM user u
LEFT JOIN user_has_interests uhi ON uhi.user_id = u.id
LEFT JOIN interest i ON i.id = uhi.interest_id
LEFT JOIN user_has_friends uhf ON uhf.friend_id = u.id
  AND uhf.user_id = 0x...
WHERE name LIKE 'a%' AND surname LIKE 'b%'
GROUP BY u.id, username, name, surname, age, sex, city, uhf.id;;
```

```
{
  "query_block": {
    "select_id": 1,
    "cost_info": {
      "query_cost": "137816.82"
    },
    "grouping_operation": {
      "using_temporary_table": true,
      "using_filesort": true,
      "nested_loop": [
        {
          "table": {
            "table_name": "u",
            "access_type": "range",
            "possible_keys": [
              "idx_user_surname_name_1342"
            ],
            "key": "idx_user_surname_name_1342",
            "used_key_parts": [
              "surname"
            ],
            "key_length": "3078",
            "rows_examined_per_scan": 173528,
            "rows_produced_per_join": 19278,
            "filtered": "11.11",
            "index_condition":
              "((('hl`.`u`.`name` like 'a%') and ('hl`.`u`.`surname` like 'b%')))",
            "cost_info": {
              "read_cost": "85677.77",
              "eval_cost": "1927.90",
              "prefix_cost": "87605.67",
              "data_read_per_join": "83M"
            },
            "used_columns": [
              "id",
              "username",
              "name",
              "surname",
              "age",
              "sex",
              "city"
            ]
          },
          {
            "table": {
              "table_name": "uhi",
              "access_type": "ALL",
              "possible_keys": [
                "fk_user_has_interests_9774"
              ],
              "rows_examined_per_scan": 2,
              "rows_produced_per_join": 38557,
              "filtered": "100.00",
              "using_join_buffer": "hash join",
              "cost_info": {
                "read_cost": "83.85",
                "eval_cost": "3855.79",
                "prefix_cost": "91545.31",
                "data_read_per_join": "2M"
              },
              "used_columns": [
                "id",
                "user_id",
                "interest_id"
              ],
              "attached_condition":
                "<?if>(is_not_null_compl(uhi), ('hl`.`uhi`.`user_id` = 'hl`.`u`.`id`), true)"
            },
            {
              "table": {
                "table_name": "i",
                "access_type": "eq_ref",
                "possible_keys": [
                  "PRIMARY"
                ],
                "key": "PRIMARY",
                "used_key_parts": [
                  "id"
                ],
                "key_length": "16",
                "ref": [
                  "hl.uhi.interest_id"
                ],
                "rows_examined_per_scan": 1,
                "rows_produced_per_join": 38557,
                "filtered": "100.00",
                "cost_info": {
                  "read_cost": "2.00",
                  "eval_cost": "3855.79",
                  "prefix_cost": "95403.10",
                  "data_read_per_join": "20M"
                },
                "used_columns": [
                  "id",
                  "interests"
                ]
              },
              {
                "table": {
                  "table_name": "uhf",
                  "access_type": "ref",
                  "possible_keys": [
                    "fk_user_has_friends_0242",
                    "fk_user_has_friends_7122"
                  ],
                  "key": "fk_user_has_friends_0242",
                  "used_key_parts": [
                    "user_id"
                  ],
                  "key_length": "16",
                  "ref": [
                    "const"
                  ],
                  "rows_examined_per_scan": 1,
                  "rows_produced_per_join": 38557,
                  "filtered": "100.00",
                  "cost_info": {
                    "read_cost": "38557.92",
                    "eval_cost": "3855.79",
                    "prefix_cost": "137816.82",
                    "data_read_per_join": "2M"
                  },
                  "used_columns": [
                    "id",
                    "user_id",
                    "friend_id"
                  ],
                  "attached_condition":
                    "<?if>(is_not_null_compl(uhf), (('hl`.`uhf`.`user_id` = 0x5cb9cae1977911000000000000000000) and ('hl`.`uhf`.`friend_id` = 'hl`.`u`.`id`)), true)"
                }
              ]
            }
          ]
        }
      ]
    }
  },
  "table": {
    "table_name": "u",
    "access_type": "range",
    "possible_keys": [
      "idx_user_surname_name_1342"
    ],
    "key": "idx_user_surname_name_1342",
    "used_key_parts": [
      "surname"
    ],
    "key_length": "3078",
    "rows_examined_per_scan": 173528,
    "rows_produced_per_join": 19278,
    "filtered": "11.11",
    "index_condition":
      "((('hl`.`u`.`name` like 'a%') and ('hl`.`u`.`surname` like 'b%')))",
    "cost_info": {
      "read_cost": "85677.77",
      "eval_cost": "1927.90",
      "prefix_cost": "87605.67",
      "data_read_per_join": "83M"
    },
    "used_columns": [
      "id",
      "username",
      "name",
      "surname",
      "age",
      "sex",
      "city"
    ]
  },
  "table": {
    "table_name": "uhi",
    "access_type": "ALL",
    "possible_keys": [
      "fk_user_has_interests_9774"
    ],
    "rows_examined_per_scan": 2,
    "rows_produced_per_join": 38557,
    "filtered": "100.00",
    "using_join_buffer": "hash join",
    "cost_info": {
      "read_cost": "83.85",
      "eval_cost": "3855.79",
      "prefix_cost": "91545.31",
      "data_read_per_join": "2M"
    },
    "used_columns": [
      "id",
      "user_id",
      "interest_id"
    ],
    "attached_condition":
      "<?if>(is_not_null_compl(uhi), ('hl`.`uhi`.`user_id` = 'hl`.`u`.`id`), true)"
  },
  "table": {
    "table_name": "i",
    "access_type": "eq_ref",
    "possible_keys": [
      "PRIMARY"
    ],
    "key": "PRIMARY",
    "used_key_parts": [
      "id"
    ],
    "key_length": "16",
    "ref": [
      "hl.uhi.interest_id"
    ],
    "rows_examined_per_scan": 1,
    "rows_produced_per_join": 38557,
    "filtered": "100.00",
    "cost_info": {
      "read_cost": "2.00",
      "eval_cost": "3855.79",
      "prefix_cost": "95403.10",
      "data_read_per_join": "20M"
    },
    "used_columns": [
      "id",
      "interests"
    ]
  },
  "table": {
    "table_name": "uhf",
    "access_type": "ref",
    "possible_keys": [
      "fk_user_has_friends_0242",
      "fk_user_has_friends_7122"
    ],
    "key": "fk_user_has_friends_0242",
    "used_key_parts": [
      "user_id"
    ],
    "key_length": "16",
    "ref": [
      "const"
    ],
    "rows_examined_per_scan": 1,
    "rows_produced_per_join": 38557,
    "filtered": "100.00",
    "cost_info": {
      "read_cost": "38557.92",
      "eval_cost": "3855.79",
      "prefix_cost": "137816.82",
      "data_read_per_join": "2M"
    },
    "used_columns": [
      "id",
      "user_id",
      "friend_id"
    ],
    "attached_condition":
      "<?if>(is_not_null_compl(uhf), (('hl`.`uhf`.`user_id` = 0x5cb9cae1977911000000000000000000) and ('hl`.`uhf`.`friend_id` = 'hl`.`u`.`id`)), true)"
  }
}
```